Office de Brevets
FREYLINGER & ASSOCIES
S.P.R.L.

B-1080 Bruxelles (Belgique)
Avenue J.-S. Bach, 22/43
Téléphone (02) 4659915
Télex : 63628 patbel
R. C. Bruxelles 398.667
T.V.A. 416.281.537

M. Van Malderen, Lic. A.C. Liège
E.T. Freylinger, ing. dipl. E.P.F.Z
E. Meyers, phys. dipl. E.P.F.Z.
Mandataires agréés
près l'Office Européen
des Brevets

V/Réf. :

N/Réf. :

OFFICE DE LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE
Rue J.-A. De Mot 24-26

B-1040 BRUXELLES

Bruxelles,

Brevet européen n°	:	0 145 857
Délivré le	:	02.03.1988
au(x) nom(s) de	:	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Déposé le	:	17 Septembre 1984
sous le n°	:	84111073.7
Références du breveté	:	VPA 83 P 3334 E BE

Messieurs,

Nous avons l'avantage de vous signaler assumer auprès de votre Administration la représentation de la Demanderesse selon

☐ pouvoir ci-joint.

☒ pouvoir général déjà déposé et dont copie est jointe.

Nous vous prions de trouver ci-joint un exemplaire de la traduction du fascicule descriptif du brevet européen cité en référence, selon l'article 5 de la loi du 8 Juillet 1977.

☐ Il s'agit d'un redépôt après opposition en application de l'article 102 de la loi européenne sur les brevets.

Veuillez agréer, Messieurs, l'expression de nos sentiments distingués.

Le Mandataire :

FREYLINGER & ASSOCIES

Michel VAN MALDEREN

B-4000 Liège (Belgique)
Bd de la Sauvenière, 85/042
Tél. (041) 235406

Luxembourg
Rue du Cimetière, 46
Boîte Postale 1153
Téléphone : 49 41 31
Télex : 1564 patlux

Brevet européen N° 0 145 857
déposé le 17 Septembre 1984 sous le n° 84111073.7
Au nom de : SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Publication de la délivrance au Bulletin OEB
N° 88/09 du 2 Mars 1988

Ventilateur axial sans roue directrice, notamment pour l'aération d'échangeurs de chaleur

L'invention concerne un ventilateur axial sans roue directrice, notamment pour l'aération d'échangeurs de chaleur, conforme au préambule de la revendication 1 ; un tel ventilateur axial est connu de par l'utilisation antérieure de notoriété publique.

Le rapport des moyeux D_i/D_a des ventilateurs connus était égal à des valeurs $D_i/D_a > 0,4$ dans la mesure où des exigences étaient imposées en ce qui concerne la sécurité vis-à-vis d'une rupture et la production de pressions élevées. La différence des angles de réglage des pales dans la section extérieure ou dans la section intérieure correspondant à l'angle usuel de conception d'environ 28°. Le rapport de la longueur de la corde dans la section intérieure à la longueur de la corde dans la section extérieure était supérieur à 1.

Une exigence typique requise pour de tels ventilateurs, notamment lorsqu'on doit les utiliser pour fonctionner en liaison avec des radiateurs, concerne l'obtention d'une quantité déterminée d'air de soufflage , c'est-à-dire d'une quantité d'air requise déterminée, sans différence de pression statique importante, moyennant l'exigence simultanée d'une pression d'air minimale pour un pourcentage déterminé de cette quantité d'air, par exemple dans le cas d'une quantité d'air de soufflage , réduite

de 30-40 % en raison d'un givrage du radiateur ou d'un encrassement du radiateur ou du filtre. En outre, la quantité d'air requise doit quitter le ventilateur avec un profil de vitesse aussi uniforme que possible et avec une composante de moment angulaire cinétique aussi faible que possible, ce qui permet de maintenir à un faible niveau les bruits d'écoulement contre les composants que longe l'écoulement et qui doivent être refroidis.

En outre, les dimensions maximales de tels ventilateurs sont prescrites pour des questions de montage. Etant donné, qu'en outre, le côté aspiration et le côté refoulement des ventilateurs sont accessibles, il faut, pour des questions de sécurité, disposer en ces endroits des grilles de protection, qui, d'une manière nuisible, vont à l'encontre des exigences indiquées précédemment. C'est pourquoi la présente invention a pour but, à partir d'un ventilateur sans roue directrice du type indiqué plus haut, de réduire fortement le niveau spécifique de la puissance acoustique sans qu'il soit nécessaire d'accroître ou de modifier les conditions de montage, comme par exemple la distance à partir de grilles de protection situées du côté de l'écoulement sortant et sans réduire le rendement du rotor.

La solution du problème posé est obtenue conformément à l'invention grâce à l'enseignement fourni par la revendication 1. Des formes de réalisation avantageuses de l'invention font l'objet des sous-revendications.

A partir de l'état de la technique fourni par les manuels d'enseignement, pour résoudre le problème posé, ce sont les dispositions suivantes qui sont susceptibles de produire un effet avantageux.

a) réduction du rapport des moyeux D_i/D_a pour l'obtention d'une distribution de vitesse aussi uniforme que possible et par conséquent d'un faible développement de bruits,
b) accroissement du coefficient de pression,

c) accroissement du coefficient de débit.

Ces trois dispositions de conception, connues du spécialiste moyen, pour des ventilateurs, sont combinées entre elles de telle sorte que les dispositions a) et c) agissent dans le même sens, mais en sens opposé de la disposition dimensionnelle b). Au moyen de la prédétermination de conditions maximales de montage ainsi que de la pression requise et du débit volumique nécessaire, on détermine les grandeurs dimensionnelles : coefficient de pression et coefficient de débit, en cherchant à maintenir à une valeur aussi faible que possible la vitesse circonférentielle et la vitesse de rotation du rotor pour des questions de bruits. La valeur minimale associée de la vitesse circonférentielle est cependant déterminée par une valeur maximale admissible du coefficient de pression, qui dépend du type de construction et notamment du rapport des moyeux D_i/D_a du rotor. Comme cela est connu, on peut utiliser à cet effet la règle de conception indiquant que, pour l'obtention d'un bon rendement, plus la valeur du coefficient de pression est faible, plus la valeur du coefficient de débit est élevée. Cette relation est connue d'après la littérature concernée, sous le terme de courbe de Cordier. D'après le manuel d'enseignement "Ventilateurs" de Bruno Eck, 1972, page 271, paragraphe 265, on connaît en outre des relations modifiées entre le coefficient de pression et le coefficient de débit ou entre les grandeurs sans dimensions, qui en dépendent linéairement, du nombre du diamètre et du nombre de la vitesse à régime élevé. Dans le manuel mentionné, on recommande, en fonction de ces grandeurs, respectivement un rapport déterminé des moyeux, qui puisse garantir une valeur optimale en liaison avec un bon rendement. Un écart important par rapport aux valeurs recommandées peut avoir pour conséquence que l'on ne puisse obtenir aucun bon rendement et notamment que, dans le cas où le rapport des moyeux tombe au-dessous des valeurs recomman-

dées dans le manuel d'enseignement, il apparaisse une rupture de l'écoulement dans la zone du moyeu et une formation accrue correspondante de bruits.

Les paramètres de construction conformes à l'invention, qui sont prévus conformément à la revendication 1, sont situés hors des conceptions recommandées par la littérature spécialisée ; cependant il s'est avéré de façon étonnante que dans le ventilateur conforme à l'invention, moyennant le respect des valeurs requises pour le débit volumique et la pression maximale pour un pourcentage déterminé de ce débit volumique ainsi que dans des conditions maximales données de montage et dans le cas d'une vitesse circonférentielle aussi faible que possible ainsi que dans le cas d'un faible rapport des moyeux, il n'apparaît aucun phénomène de rupture dans le rotor et l'écoulement se rapproche plus de l'état d'une distribution uniforme de vitesse pour un débit volumique donné, que dans le cas d'un rapport plus élevé des moyeux et que la valeur absolue de cette vitesse est plus faible.

Il s'est en outre avéré que la perte de pression au niveau de la grille de protection située du côté sortie, est plus faible, ce qui conduit à une réduction supplémentaire du bruit,étant donné que la puissance d'entraînement de l'air devant être fournie est plus faible et que les bruits d'écoulement sont réduits.

Moyennant le maintien des autres données requises, on peut obtenir avantageusement une réduction supplémentaire des bruits par le fait qu'à la première partie du carter, qui entoure directement l'unité à ventilateur se raccorde, côté sortie, une seconde partie du carter, formant diffuseur, qui possède un diamètre intérieur qui augmente de façon brusque à une distance située dans la plage de valeurs de $\pm$ 0,3 l_a par rapport au point d'intersection du prolongement du bord arrière de l'aube d'une part et de la corde de la

pale d'autre part dans la zone des angles, située du côté aval, des pales, la grandeur l_a désignant la longueur de la corde du profil de la pale dans la section extérieure, et grâce au fait que les angles, situés du côté aval, des pales, sont arrondis conformément à un rayon de courbure compris entre 0,1 l_a et 0,3 l_a.

D'après DE-A-25 21 416 on connaît, il est vrai, un ventilateur axial, dont les bruits sont amortis et qui comporte une unité à ventilateur entourée par un carter et dans laquelle le diamètre intérieur de la partie du carter, qui se raccorde à la partie du carter enveloppant la partie, active du point de l'écoulement, du ventilateur, augmente brusquement d'environ 25 % ; cependant,on n'indique aucun paramètre particulier de construction pour une conception du rotor, aucun arrondi spécifique des angles des pales ni la présence d'une grille de protection située au moins sur le côté aval.

L'agencement du rotor, qui est choisi pour le ventilateur conforme à l'invention, avec une répartition élevée du travail dans la zone extérieure du rotor fournit, en combinaison avec la réalisation du rotor et l'arrondi des bords des pales, qui ont été décrits précédemment, une amélioration supplémentaire dans le sens de l'obtention d'une distribution de vitesse aussi uniforme que possible avec des valeurs maximales réduites en aval du ventilateur, ainsi qu'une réduction supplémentaire des bruits, qui permet globalement une réduction de 3 à 4 dB(A). De même,ces dispositions vont au moins partiellement à l'encontre de l'idée indiquée dans le manuel d'instructions et selon laquelle, lorsque l'on augmente la fente moyenne entre le rotor et le carter enveloppant, on peut s'attendre à obtenir un accroissement du niveau des bruits. En outre,on suppose d'une manière générale que la production maximale possible de pression (point de rupture) diminue dans le cas où la fente entre le rotor et le carter augmente.

Une construction, dans laquelle il s'est avéré que l'on a obtenu une conception particulièrement avantageuse pour l'ensemble du carter du ventilateur muni d'une partie du carter formant diffuseur, qui s'élargit brusquement, est caractérisée par le fait qu'il est prévu pour la partie du carter formant diffuseur un rapport d'ouvertures globales ou de diamètres tel que $1,03 \leqslant D_2/D_a \leqslant 1,25$ et une longueur axiale totale telle que $0,10\ D_A \leqslant l_D \leqslant 0,5\ D_A$, D_A représentant approximativement le diamètre intérieur du carter du ventilateur dans la zone du rotor et D_2 le diamètre maximal de la partie du carter formant diffuseur.

Une forme de réalisation, particulièrement avantageuse du point de vue de la technique de fabrication, de la partie du carter formant diffuseur est caractérisée par le fait que pour cette partie du carter il est prévu tout d'abord un élargissement brusque, qui commence en arrière du rotor, avec un angle de pente : $15° \leqslant \alpha_1 \leqslant 60°$ jusqu'à un diamètre de valeur : $1,02\ D_A \leqslant D_{21} \leqslant D_2$, et un élargissement progressif supérieur avec l'angle de pente : $0° \leqslant \alpha_2 \leqslant 10°$ jusqu'au diamètre de valeur D_2. Avantageusement, la partie du carter formant diffuseur est constituée par un élément tubulaire qui, dans la zone de son élargissement, est élargie à l'aide d'un poinçon d'emboutissage correspondant.

L'invention, ainsi que d'autres formes de réalisation avantageuses de l'invention vont être expliquées ci-après de façon plus détaillée, en référence à un exemple de réalisation représenté schématiquement sur le dessin.

La figure 1 représente la vue en élévation latérale d'une unité à ventilateur, disposée dans un carter de ventilateur, d'un ventilateur axial sans roue directrice.

La figure 2 représente une vue de face du dispositif de la figure 1.

La figure 3 représente, à plus grande échelle, une section de la représentation de la figure 1.

La figure 4 représente une vue radiale d'une partie de la surface des moyeux, représentée sous la forme d'un développement en projection horizontale, avec la représentation d'un profil d'une pale dans la section intérieure et dans la section extérieure.

Conformément aux figures 1,2, une unité à ventilateur, constituée essentiellement par un moteur d'entraînement M comprenant un rotor de ventilateur LR fixé sur l'arbre mené du moteur et comportant des pales S1-S8, est disposée dans un carter enveloppant, qui se compose d'une première partie G1 entourant directement l'unité à ventilateur M,LR, et d'une seconde partie G2 formant diffuseur. Des grilles respectives de protection SG sont fixées tant sur le côté entrée que sur le côté sortie du carter.

Conformément à une forme de réalisation de l'invention il est prévu qu'au côté sortie de la première partie G1 du carter, qui entoure directement l'unité de ventilateur M,LR, se raccorde une seconde partie G2 du carter formant diffuseur, qui possède un diamètre intérieur présentant un accroissement brusque, à une distance située dans une plage de valeurs de $\pm$ 0,3 l_a par rapport aux sommets, situés sur le côté aval, des pales S1-S8, auquel cas la grandeur l_a désigne la longueur de la corde du profil de la pale dans la section extérieure, et comme point de départ de la plage de distances, on part, du côté du rotor, d'angles arrondis.

Afin d'une part d'obtenir un élargissement brusque du carter, d'une manière appropriée du point de vue de l'aérolique et d'autre part de pouvoir réaliser cet élargissement avec une dépense aussi faible que possible du point de vue fabrication, conformément à une forme de réalisation de l'invention il est prévu pour la partie G2 du carter formant diffuseur un élargissement brusque, qui commence en arrière du rotor LR, avec un angle de pente : 15° $\leqslant \alpha_1 \leqslant$ 60° jusqu'à un diamètre de valeur : 1,02 $D_A \leqslant$

$D_{21} \leqslant D_2$, et un élargissement progressif supérieur avec l'angle de pente : $0° \leqslant \alpha_2 \leqslant 10°$ jusqu'au diamètre de valeur D_2 ; de façon appropriée on réalise une partie formant carter, ainsi agencée, formant diffuseur à partir d'un élément tubulaire correspondant tout d'abord au diamètre de valeur D_A et que l'on élargit à l'aide d'un poinçon d'emboutissage possédant les cotes extérieures de la partie élargie.

Selon une autre forme de réalisation de l'invention, pour la partie G2 du carter formant diffuseur il est prévu un rapport d'ouvertures totales ou de diamètres : $1,03 \leqslant D_2/D_A \leqslant 1,25$ D_A représentant le diamètre intérieur du carter du ventilateur (première partie G1 du carter) dans la zone du rotor LR et D_2 désignant le diamètre maximum de la partie G2 du carter formant diffuseur, sur son côté sortie.

Comme cela est visible notamment sur la figure 3, il est prévu,dans le sens de l'obtention d'un bon rendement du ventilateur et moyennant simultanément une réduction élevée des bruits en combinaison avec l'élargissement conforme à l'invention du carter dans la zone de la partie G2 du carter formant diffuseur, qu'au moins les angles, situés du côté aval, des pales S1-S8 sont arrondis conformément à un rayon de courbure tel que $0,1\ l_a \leqslant r \leqslant 0,3\ l_a$.

En outre, en combinaison avec les paramètres de construction indiqués précédemment du carter de ventilateur et les angles, situés du côté aval, des pales et en référence au déroulement partiel à plat du moyeu N conformément à la figure 4 et aux grandeurs de référence qui y sont portées pour le sens de rotation D, la direction L de circulation de l'air et une pale représentée par sa section extérieure et sa section intérieure, un agencement conforme à l'invention d'un rotor pour un ventilateur axial sans roue directrice, comportant des pales profilées tordues,

disposées en étant réparties de façon uniforme ou non uniforme sur le pourtour du moyeu du rotor d'une unité à ventilateur, et possédant une ligne moyenne de profil cintrée de telle sorte que la valeur relative (f/l) de la hauteur de la flèche (f) de la ligne moyenne du profil sur la corde d'une pale par rapport à la longueur (l) de la distance entre le bord avant et le bord arrière d'une pale est comprise dans la plage de valeurs : $0,02 \leq f/l \leq 0,1$, est caractérisé par les autres paramètres suivants de construction pour le rotor de l'unité à ventilateur :

$$0,25 \leq D_i/D_a \leq 0,35$$
$$70° \leq \gamma_i \leq 80°$$
$$35° \leq \gamma_a - \gamma_i \leq 50°$$
$$0,7 \leq l_i/l_a \leq 1$$

avec les définitions suivantes :

D_a = diamètre extérieur du rotor ;

D_i = diamètre du moyeu du rotor :

l_a = longueur de la corde entre le bord avant et le bord arrière du profil de l'aube dans la section extérieure;

l_i = longueur de la corde entre le bord avant et le bord arrière du profil de l'aube dans la section intérieure;

γ_a = angle de réglage de l'aube dans la section extérieure d'une pale, mesuré par rapport à la direction circonférentielle D (sens de rotation) ;

γ_i = angle de réglage de l'aube dans la section intérieure d'une pale, mesuré par rapport à la direction circonférentielle D (sens de rotation.

Avec les paramètres de construction indiqués précédemment, on peut déterminer l'ensemble du profil des pales en se basant sur les procédures usuelles de calcul pour des aubes profilées de compresseurs et des pales proflées de ventilateurs ; on se base alors sur les conditions usuelles et recommandées de recouvrement dans le cas des constructions de rotors axiaux.

REVENDICATIONS

1. Ventilateur axial sans roue directrice, notamment pour l'aération d'échangeurs de chaleur, comportant des pales profilées tordues, disposées en étant réparties de façon uniforme ou non uniforme sur le pourtour du moyeu du rotor d'une unité à ventilateur, et possédant une ligne moyenne de profil cintrée de telle sorte que la valeur relative (f/l) de la hauteur de la flèche (f) de la ligne moyenne du profil sur la corde d'une pale par rapport à la longueur (l) de la distance entre le bord avant et le bord arrière d'une pale est comprise dans la plage de valeurs : $0,02 \leqslant f/l \leqslant 0,1$, caractérisé par les autres paramètres suivants de construction pour le rotor de l'unité à ventilateur :

$$0,25 \leqslant D_i/D_a < 0,35$$
$$70° \leqslant \gamma_i \leqslant 80°$$
$$35° \leqslant \gamma_a - \gamma_i < 50°$$
$$0,7 \leqslant l_i/l_a \leqslant 1$$

avec les définitions suivantes :

D_a = diamètre extérieur du rotor ;

D_i = diamètre du moyeu du rotor ;

l_a = longueur de la corde entre le bord avant et le bord arrière du profil de l'aube dans la section extérieure;

l_i = longueur de la corde entre le bord avant et le bord arrière du profil de l'aube dans la section intérieure;

γ_a = angle de réglage de l'aube dans la section extérieure

d'une pale, mesuré par rapport à la direction circonférentielle D (sens de rotation) ;

γ_i = angle de réglage de l'aube dans la section intérieure d'une pale, mesuré par rapport à la direction circonférentielle D (sens de rotation).

2. Ventilateur axial sans roue directrice suivant la revendication 1, comportant un carter supplémentaire entourant au moins l'unité à ventilateur, caractérisé par le fait qu'à la première partie (G1) du carter, qui entoure directement l'unité à ventilateur (M,LR), se raccorde, côté sortie, une seconde partie (G2) du carter, formant diffuseur, qui possède un diamètre intérieur, qui augmente de façon brusque, à une distance située dans la plage de valeurs de $\pm$ 0,3 l_a par rapport au point d'intersection du prolongement du bord arrière de l'aube d'une part et de la corde de la pale d'autre part dans la zone des angles, située du côté aval, des pales (S1-S8), la grandeur l_a désignant la longueur de la corde du profil de la pale dans la section extérieure.

3. Ventilateur axial sans roue directrice suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que les angles, situés du côté aval, des pales (S1-S8) sont arrondis conformément à un rayon de courbure r tel que $0{,}1\ l_a \leq r \leq 0{,}3\ l_a$.

4. Ventilateur axial sans roue directrice suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que pour la partie (G2) du carter formant diffuseur, il est prévu un rapport d'ouvertures totales ou de diamètres : $1{,}03 \leq D_2/D_A \leq 1{,}25$, D_A représentant le diamètre intérieur du carter du ventilateur (première partie G1 du carter) dans la zone du rotor (LR) et D_2 désignant le diamètre maximum de la partie (G2) du carter formant diffuseur.

5. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que pour la partie (G2) du carter formant diffuseur il est prévu une longueur axiale globale : $0{,}10\ D_A \leq l_D$

$\leqslant$ 0,5 D_A, D_A correspondant au diamètre intérieur du carter du ventilateur (première partie G1 du carter) dans la zone du rotor (LR).

6. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait que pour la partie (G2) du carter formant diffuseur il est prévu un élargissement brusque, qui commence en arrière du rotor (LR), avec un angle de pente : $15° \leqslant \alpha_1 \leqslant 60°$ jusqu'à un diamètre de valeur : $1{,}02\ D_A \leqslant D_{21} \leqslant D_2$, et un élargissement progressif supérieur avec l'angle de pente : $0° \leqslant \alpha_2 \leqslant 10°$ jusqu'au diamètre de valeur D_2.

7. Ventilateur axial sans roue directrice selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé par le fait que la partie (G2) du carter formant diffuseur est constituée par un élément tubulaire qui, dans la zone de son élargissement, est élargie à l'aide d'un poinçon d'emboutissage correspondant.

8. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 7, caractérisé par le fait que la première partie (G1) du carter et la partie (G2) du carter formant diffuseur forment ensemble un élément tubulaire d'un seul tenant.

9. Ventilateur axial sans roue directrice suivant l'une des revendications 2 à 8, caractérisé par le fait que la partie (G2) formant diffuseur comporte, du côté de l'écoulement sortant, une grille de protection (SG).

1/1

S2
S1
S8
M
S7
LR
S3
S6
S4
SG
S5

FIG 2

G1
S1
G2
SG
SG
Da
L
Di
LR
M
L
S5

FIG 1

G2
α_2
α_1
G1
r
D1
S1
DA
D 21
D2
SG
L

FIG 3

L
IS 1
D
N
la
AS 1
li
γ_a
γ_i
f

FIG 4